

PENGARUH VARIASI PENDINGINAN TERHADAP BAJA S45C
PADA UJI MIKROSTRUKTUR DAN KEKERASAN
DENGAN MEDIA OLI SAE20 DAN AIR

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada

Universitas Muhammadiyah Malang

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Program Starta Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin



Disusun Oleh :

JULYARDA DIMAS PROBI MAGITEMMY

201310120311197

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH VARIASI PENDINGINAN TERHADAP BAJA S45C
PADA UJI MIKROSTRUKTUR DAN KEKERASAN
DENGAN MEDIA OLI SAE20 DAN AIR

Diajukan Kepada :

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Mesin Program
Strata satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

JULYARDA DIMAS PROBI MAGITEMMY


201310120311197

Diterima dan Disetujui

Pada tanggal 25 Oktober 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Drs. M. Jufri, ST, MT
NIP. 101.163.003



Ir. Trihono Sewono, MT
NIP. 108.9504.0327

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Malang



Murjito, ST, MT
NIP. 108.9404.0313



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318 psw. 128 Malang 65144

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

Nama : JULYARDA DIMAS PROBI MAGITEMMY
No. Induk : 201310120311197
No. ST. Pemb. TA : E.3.d / 329 / FT / UMM / IX / 2017
Tgl ST. TA keluar : 25 Oktober 2018
Judul : PENGARUH VARIASI PENDINGINAN TERHADAP
BAJA S45C PADA UJI MIKROSTRUKTUR DAN
KEKERASAN DENGAN MEDIA OLI SAE20 DAN AIR
Pembimbing I : Drs. M. Jufri, ST, MT

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Tanda Tangan Dosen
1	25-09-2017	Persetujuan judul TA & BAB I	
2	29-09-2017	ACC BAB I	
3	16-08-2017	Konsultasi BAB II	
4	27-11-2017	ACC BAB II	
5	27-11-2017	Konsultasi BAB III	
6	06-12-2017	ACC BAB III	
7	22-12-2017	Konsultasi BAB IV	
8	29-12-2017	ACC BAB IV	
9	18-01-2018	ACC BAB V	
10	20-01-2018	Persiapkan artikel ilmiah	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Murnito, ST, MT.
NIP.108.9404.0313

Malang, Oktober 2018
Dosen Pembimbing I

Drs. M. Jufri, ST, MT.
NIP. 101.163.003



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318 psw. 128 Malang 65144

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

Nama : JULYARDA DIMAS PROBI MAGITEMMY
No. Induk : 201310120311197
No. ST. Pemb. TA : E.3.d / 329 / FT / UMM / IX / 2017
Tgl ST. TA keluar : 25 Oktober 2018
Judul : PENGARUH VARIASI PENDINGINAN TERHADAP
BAJA S45C PADA UJI MIKROSTRUKTUR DAN
KEKERASAN DENGAN MEDIA OLI SAE20 DAN AIR
Pembimbing II : Ir. Trihono Sewono, MT

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Tanda Tangan Dosen
1	25-09-2017	Persetujuan judul TA & BAB I	
2	29-09-2017	ACC BAB I	
3	29-09-2017	Konsultasi BAB II	
4	27-11-2017	ACC BAB II	
5	27-11-2017	Konsultasi BAB III	
6	06-12-2017	ACC BAB III	
7	22-12-2017	Konsultasi BAB IV	
8	29-12-2017	ACC BAB IV	
9	18-01-2018	ACC BAB V	
10	20-01-2018	Persiapkan artikel ilmiah	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Murtito ST, MT
NIP. 108.9404.0313

Malang, Oktober 2018
Dosen Pembimbing II

Ir. Trihono Sewono, MT
NIP. 108.9504.0327

ABSTRAK

Quenching merupakan salah satu perlakuan panas yang sering digunakan di dalam dunia industri terutama industri manufaktur. Hal tersebut dikarenakan proses quenching dapat meningkatkan sifat mekanik dari material tersebut terutama kekerasan. Akan tetapi material yang telah diberi proses quenching akan menjadikan material tersebut memiliki sifat getas oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kegetasan dari proses quenching itu sendiri. Faktor-faktor penting dari proses quenching itu sendiri adalah salah satunya mengenai media pendingin dan laju pendinginan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh viskositas oli dan air terhadap sifat mekanik dari baja S45C yang telah dilakukan proses heat treatment dan proses quenching. proses pemanasan menggunakan tungku pemanas, sedangkan proses pendinginan menggunakan air dan oli SAE 20. Penelitian menunjukkan bahwa perbedaan dalam viskositas pelumas dalam proses pendinginan dapat mempengaruhi nilai kekerasan material. Semakin rendah viskositas pelumas, maka nilai kekerasan cenderung meningkat, sedangkan semakin tinggi viskositas pelumas, maka nilai kekerasan cenderung menurun. Pendinginan perubahan proses bahan menjadi keras, yang ditandai dengan hasil selama proses pengujian kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan, hal ini disebabkan perubahan dalam struktur mikro ferrit dan perlit struktur menjadi struktur martensit yang keras dan rapuh.

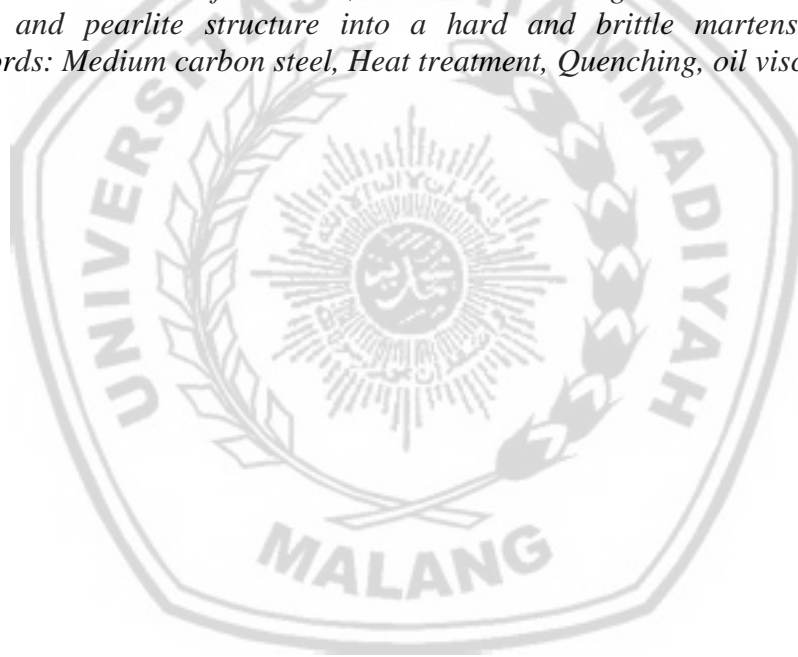
Kata kunci: Baja karbon menengah, Heat treatment, Quenching, viskositas oli,a



ABSTRACT

Quenching is one of the heat treatments that is often used in the industrial world, especially in the manufacturing industry. This is because the quenching process can improve the mechanical properties of the material, especially violence. However, the material that has been given a quenching process will make the material brittle because research is needed on the factors that affect the agility of the quenching process itself. Important factors of the quenching process itself are one of them regarding cooling media and cooling rate. This study aims to determine the effect of oil and water viscosity on the mechanical properties of S45C steel which has been carried out by heat treatment and quenching processes. the heating process uses a heating furnace, while the cooling process uses SAE 20 water and oil. Research shows that the difference in lubricant viscosity in the cooling process can affect the value of material hardness. The lower the viscosity of the lubricant, the hardness value tends to increase, while the higher the viscosity of the lubricant, the hardness value tends to decrease. Cooling the process changes to hard material, which is characterized by the results during the hardness testing process shows an increase in the value of hardness, this is due to changes in the microstructure of ferrite and pearlite structure into a hard and brittle martensite structure.

Keywords: Medium carbon steel, Heat treatment, Quenching, oil viscosity, water



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada masa penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, bimbingan serta kemampuan dan kesehatan sehingga terselesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Terima kasih Kepada kedua orang tua saya yaitu : Bapak Slamet Hariadi, Ibu Susbandiyah, kakak saya Jefri Bayu M, dan Novi Canduit dan semua keluarga tercinta, terima kasih atas semua dorongan, nasehat, dukungan moral maupun materi dan doa yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bpk.Drs. M. Jufri, ST, MT. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis menyelesaikan laporan ini serta mengoreksi segala kesalahan.
4. Bpk.Ir. Trihono Sewono, MT. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan saran, nasehat, semangat dan perbaikan selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Semua teman-teman satu kos dan satu kelas saya juga banyak mengucapkan terima kasih kerna telah banyak sekali dalam memberi ilmu dan motivasi.
6. Semua pihak-pihak yang membantu dalam pengerjaan laporan ini termasuk jajaran dosen teknik mesin yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Kiranya Allah SWT membalas budi baik yang telah beliau lakukan.

Penulis menyadari bahwa kemampuan penulis dalam pembuatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini terbatas dan masih banyak kekurangan, sehingga penulis menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Oktober 2018

JULYARDA DIMAS PM



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
POSTER	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR ASISTENSI	iv
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pengertian Baja	3
2.2 Klasifikasi Baja.....	3
2.2.1 Baja Karbon	3
2.2.2 Baja Karbon Rendah	4
2.2.3 Baja Karbon Sedang.....	4
2.2.4 Baja Karbon Tinggi.....	4
2.3 Baja S45C.....	5
2.4 <i>Heat treatment</i>	5
2.4.1 <i>Anealing</i>	5
2.4.2 <i>Normalizing</i>	6
2.4.3 <i>Tempering</i>	6
2.4.4 <i>Carburizing</i>	7

2.4.5 <i>Holding time</i>	8
2.5 <i>Quenching</i>	8
2.5.1 Diagram fasa besi karbon.....	8
2.5.2 Diagram TTT	10
2.6 Media Pendingin	13
2.7 Pengujian Kekerasan.....	15
2.8 Pengujian <i>Mikrostruktur</i>	16
2.9 Statistik pengujian.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.1. Preparasi Sampel.....	20
3.2. Uji Komposisi	20
3.3. Uji Kekerasan.....	20
3.4. Analisis Struktur Mikro	21
3.5 Perlakuan panas (<i>Heat treatment</i>).....	21
3.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.7 <i>Material</i> , Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.7.1 <i>Material</i>	22
3.7.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.4 Langkah Kerja Penelitian.....	24
3.8 Modul Pengolah Data Uji <i>Mikrostruktur</i> dan Kekerasan (<i>hardness</i>).....	25
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Data Hasil Pengujian.....	27
4.1.1 Pengujian <i>vickers</i> dengan pendingin oli SAE 20 menggunakan variasi <i>holding time</i>	27
4.2 Pengujian <i>Mikrostruktur</i>	30
4.2.1 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan oli SAE 20 dengan <i>holding time</i> 10 menit.....	31
4.2.2 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan oli SAE 20 dengan <i>holding time</i> 20 menit.....	32

4.2.3 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan oli SAE 20 dengan <i>holding time</i> 30 menit.....	33
4.2.4 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan oli SAE 20 dengan <i>holding time</i> 40 menit.....	34
4.2.5 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan air dengan <i>holding time</i> 10 menit	35
4.2.6 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan air dengan <i>holding time</i> 20 menit	36
4.2.7 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan air dengan <i>holding time</i> 30 menit	37
4.2.8 Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> pada baja S45C yang di <i>quenching</i> menggunakan air dengan <i>holding time</i> 40 menit	38
4.4 Pembahasan.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	
• Riwayat Hidup	
• Gambar Penelitian	
• Naskah Publikasi	
• Makalah Powerpoint	
• Berita Acara	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Diagram Besi Karbon	xxiv
Gambar 2.2 : Struktur Body Center Cubic.....	xxv
Gambar 2.3 : Diagram TTT	xxvii
Gambar 2.4 : Diagram TTT	xxviii
Gambar 2.5 : Struktur Mikro	xxxii
Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian.....	xxxv
Gambar 3.2 : Tungku Pemanasan	xxxviii
Gambar 3.3 : Mikroskop	xxxix
Gambar 3.4 : Alat uji <i>vickers</i>	xxxix
Gambar 4.1 : Grafik nilai kekerasan <i>vickers</i> dengan metode <i>quenching</i> oli SAE 20.....	xliv
Gambar 4.2 : Grafik nilai kekerasan <i>vickers</i> dengan metode <i>quenching</i> air	xlvi
Gambar 4.3 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> SAE 20 dengan <i>holding time</i> 10 menit.....	xlvi
Gambar 4.4 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> SAE 20 dengan <i>holding time</i> 20 menit.....	xlvi
Gambar 4.5 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> SAE 20 dengan <i>holding time</i> 30 menit.....	xlvi
Gambar 4.6 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> SAE 20 dengan <i>holding time</i> 40 menit.....	xlvi
Gambar 4.7 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan menggunakan <i>quenching</i> air dengan <i>holding time</i> 10 menit.....	li
Gambar 4.8 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> air dengan <i>holding time</i> 20 menit.....	li
Gambar 4.9 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> air dengan <i>holding time</i> 30 menit.....	lii

Gambar 5.0 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> air dengan <i>holding time</i> 40 menit.....	liii
Gambar 5.1 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> SAE 20 dengan <i>holding time</i> 10 menit.....	liv
Gambar 5.2 : Hasil pengujian <i>Mikrostruktur</i> dengan <i>quenching</i> air dengan <i>holding time</i> 40 menit.....	lv
Gambar 5.3 : Grafik nilai kekerasan rata-rata <i>vickers</i> (VHN).....	lvi



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Baja S45C	xxi
Tabel 3.1 pengolah data uji <i>mikrostruktur</i>	xli
Tabel 3.2 pengolah data Uji Kekerasan	xli
Tabel 4.1 Data S45C setelah <i>heat treatment</i> dan <i>quenching</i> pada oli SAE 20 dengan <i>holding time</i> 10,20,30 dan 40 menit	xliii
Tabel 4.2 Data S45C setelah <i>heat treatment</i> dan <i>quenching</i> pada air dengan <i>holding time</i> 10,20,30 dan 40 menit	xliii



DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Amstead, BH, 1997, Jakarta, Erlangga : *Teknologi Mekanik jilid 1***
- [2] **Djafri, Sriati, 1983, Terjemahan dari *Manufacturing Processes*, Jakarta, Erlangga : *Teknologi Mekanik Jilid I*** **Djafri, Sriati. 1987.. Terjemahan dari *Mechanical Metallurgy*. Jakarta, Erlangga: *Metalurgi Mekanik***
- [3] **Doan, G.E. 1952. *The Principles of Physical Metallurgy* New York: Mc Graw Boo Company.**
- [4] **Koswara, Engkos, 1999, Bandung, Humaniora Utama Press : *Pengujian Bahan Logam*** **Prentice Hall of India Private Limited : *Heat Treatment Principlea and Techniques***
- [5] **Schonmentz, Gruber, 1985, Bandung, Aksara : *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam***
- [6] **Soejdono. 1978, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan : *Pengetahuan Logam1***
- [7] **Supardi, Edih, 1999, Bandung , Angkasa : *Pengujian Logam*,**
- [8] **Rajan, TJ, Sharma, 1997, New Delhi, Prentice Hall of India Private Limited : *Heat Treatment Principlea and Techniques***